

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей физики

«Исследование мощного широкополосного усилителя в диапазоне 1-2 ГГц»

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студента 4-го курса 431 группы
по направлению 03.03.02 «физика»
физического факультета

Крючкова Алексея Николаевича

Научный руководитель
д.т.н., профессор

Л.С. Сотов

Заведующий кафедрой
д.ф.-м.н., профессор

А.А. Игнатьев

Саратов 2016

Создание мощных широкополосных усилителей (МШУ) на биполярных транзисторах (БТ) является сложной задачей, которая требует решения конструкторских, технологических и схемотехнических проблем.

Основными проблемами являются - реализация усилительных элементов (ячеек, каскадов) с максимальной выходной мощностью и усилением не менее 8-10 дБ, разработка оптимальных схем суммирования мощности, обеспечение теплового режима усилителя, достижение высокой идентичности усилительных элементов.

Актуальность работы обусловлена отсутствием мощных широкополосных усилителей на отечественных биполярных транзисторах и микросборках.

Целью данной работы является разработка и исследование широкополосного усилительного модуля для построения мощного (до 100 Вт) широкополосного усилителя на отечественных биполярных транзисторах в диапазоне рабочих частот от 1 до 2 ГГц.

Задачи, решаемые в работе:

1. Аналитический обзор отечественной элементной базы для разработки усилителя.
2. Исследование особенностей модульной организации и блок-схемы усилителя.
3. Разработка модели усилительного модуля.
4. Исследование и оптимизация основных параметров усилителя.
5. Исследование влияния температуры на параметры усилителя.

В результате проведенной работы были освоены принципы построения мощного широкополосного усилителя на биполярных транзисторах.

Усилительный модуль разработан на отечественных транзисторах 2Т937.

В качестве базовой модели транзистора была выбрана модель Гуммеля-Пуна (GBJT3 по классификации моделей в программе MWO2010). Такой выбор обусловлен возможностью исследовать параметры усилителя в режиме большого и малого сигналов, при различных режимах включения по постоянному току и в различных температурных условиях.

После оптимизации коэффициент передачи усилительного модуля находится в пределах от 8 до 9 дБ в рабочем диапазоне частот.

Величина коэффициента стоячей волны (КСВ) на входе усилительного модуля в рабочем диапазоне частот от 1 до 2 ГГц не превышала 1,52.

Исследования влияния температуры на параметры усилителя показали, что изменение температуры от -40°C до $+60^{\circ}\text{C}$ усилительного модуля с эмиттерной стабилизацией приводит к незначительным изменениям коэффициентов отражения от входа и выхода усилителя. Наиболее критичным является нестабильность коэффициента усиления по мощности, который изменялся в пределах 0,5 дБ (10 %) в рабочем диапазоне частот. При необходимости, дополнительная температурная стабилизация усилительного каскада обеспечивается включением диода последовательно с сопротивлением в базовой цепи транзистора. Расчет температурной стабилизации усилительного каскада на этапе проектирования затруднялся отсутствием параметров температурных моделей элементов схемы, поэтому необходимые уточнения необходимо ввести после натурных испытаний усилительного каскада на следующем этапе работы.

Список использованной литературы.

1. [Жиглявский А.А., Жилинскас А.Г. Методы поиска глобального экстремума. М.: Наука, 1991.](#)
2. Сушков Ю.А. Об одном способе организации случайного поиска. Автоматика и вычислительная техника, 1974, № 6, стр. 41 – 48.

3. <http://neuronus.com/em/19-theory/33-teoreticheskie-osnovy-metoda-differentsialnoj-evolyutsii.html>
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/Дифференциальная_эволюция
5. Банди Б. Методы Оптимизации. Вводный курс. М.: Радио и связь, 1988.
6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_Нелдера_—_Мида
7. Чахмахсазян Е. А. и др. Машинный анализ интегральных схем. Вопросы теории и программирования. М. Советское радио. 1974.г., стр. 159.
8. Ю.М. Калниболотский и др. Расчет и конструирование микросхем. Киев: Вища школа, 1983, стр. 89.
9. Архангельский А.Я. PSpice и Design Center. В 2-х ч. Часть 1. Схемотехническое моделирование. Модели элементов. Макромоделирование. Учебное пособие. М.: МИФИ, 1996.
10. <https://awrcorp.com/download/faq/english/docs/Elements/GBJT.htm>
11. Massobrio G., Antognetti P. Semiconductor Device Modeling with SPICE. Second Edition. McGraw-Hill, Inc. 1988. – 479 p.
12. Классическая электроника и нанoelectronика : учебное пособие. М.: ФЛИНТА: Наука, 2009. – стр. 98 – 100.
13. Штойер Р. Многокритериальная оптимизация. Теория, вычисления и приложения / Под ред. А.В. Лотова. – М., 1992. – стр. 504.
14. Журнал Радио №4, 1989 год, стр. 77.
15. Инженерное оборудование вашего дома: телевидение, кондиционеры, пожарные и охранные системы. М.: Эксмо, 2011.
16. Манаев Е.И. Основы радиоэлектроники. — М.: Радио и связь, 2005
17. Булычев А.Л. и др. Электронные приборы: Учебник. — М.: Лайт Лтд., 2008
18. Опадчий Ю.Ф. и др. Аналоговая и цифровая электроника: Учебник для вузов. — М.: Горячая Линия — Телеком, 2009
19. Прянишников В.А. Электроника: Курс лекций. — СПб.: Корона-принт, 2008

20. Степаненко И.П. Основы теории транзисторов и транзисторных схем.— М.: 2007
21. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. — М.: Мир, 2003.
22. И.А.Большаков, Л.С.Гуткин, Б.Р.Левин, Р.Л.Стратонович. Математические основы современной электроники. М., "Сов. радио", 1968.
23. В.Д. Разевиг, Ю.В. Потапов, А.А. Курушин. Проектирование СВЧ устройств с помощью Microwave Office.- М.: Солон - Пресс, 2003.
24. Хвалин А.Л., Игнатъев А.А., Васильев А.В., Самолданов В.Н. Электродинамическое проектирование селективных усилителей с гетеромагнитным взаимодействием. Проблемы защиты информации ограниченного доступа от утечки по техническим каналам. Материалы Всероссийской научно-практической конференции представителей органов по аттестации, аккредитованных в Системе сертификации Гостехкомиссии России и организаций-лицензиатов. г. Саратов, РАЦ «Тантал», 25 - 27 июня 2003 г., с.129- 135
25. Матсон Э.А., Крыжановский Д.В. Справочное пособие по конструированию микросхем Мн.: Высш. шк. 1982
26. Конструирование и технология микросхем. Курсовое проектирование: Учеб. пособие для вузов. Коледов Л.А., Волков В.А., Докучаев Н.Н. и др.; Под ред. Л.А. Коледова.-М.: Высш. шк., 1984. 231с., ил.
27. Березин А.С., Мочалкина О.В. Технология и конструирование интегральных схем М. Радио и связь 1983 г
28. Курносов. А. И., Юдин В. В. Технология производства полупроводниковых и интегральных микросхем М.: Высшая школа, 1986 г. 368 с.